Vol 23, May 2007

NEWSLETTER FOR THE

Canadian Antarctic Research Network

Inside

BOOMERANG: Exploring the Universe from the Antarctic Sky 1

First Light for the South Pole Telescope 5

First Research Cruise to Study Adaptations and Evolution of Fauna after the Collapse of the Larsen A and B Ice Shelves 8

Restoration of Shackleton's Nimrod Hut at Cape Royds 12

News in Brief 13

BOOMERANG: Exploring the Universe from the Antarctic Sky

Carrie MacTavish

In January of 2003, the BOOMERANG telescope completed a second successful Antarctic mission, probing the oldest light in the Universe, addressing the most fundamental of cosmological questions and testing the parameters of Big Bang Theory. The BOOMERANG group is an international collaboration of 35 scientists from Canada, Italy, the United States and the U.K. The Canadian contingent is from the University of Toronto (Departments of Physics and Astronomy) and the Canadian Institute for Theoretical Astrophysics. The latter played the lead role in data analysis, while the former took the lead on the telescope motion control and pointing instrumentation. Part of the team is shown in Figure 1. The results from this mission were published in 2006 (Jones and others, 2006; MacTavish and others, 2006; Masi and others, 2006; Montroy and others, 2006; Piacentini and others, 2006).

BOOMERANG is a balloon-borne, microwave telescope designed to measure the Cosmic Microwave Background (CMB). The CMB is one of the firm predictions of Big Bang theory and is a field of electromagnetic radiation that is cosmic in origin, that is originating from the Universe itself. It radiates in the microwave (0.3–630 GHz), with a near perfect black-body spectrum which peaks at 160.4 GHz, corresponding to a temperature of 2.725 K. The CMB covers the entire sky and appears as a background to all other objects, for instance stars, galaxies, etc. It was first detected in 1965 by Penzias and Wilson (1965) and has been measured since then by countless instruments with ever-increasing sensitivity.

In the most generic scenario, Big Bang theory predicts that the Universe is expanding and that it was hotter and denser in the past than it is now. When it was less than ~300,000 years old there was a period when the scattering rates of

matter and radiation exceeded the expansion rate, resulting in near equilibrium conditions for the Universe's constituents. At some point after the first few hundred thousand years, the Universe expanded and cooled enough so that matter and radiation eventually decoupled. At this time, protons and electrons combined to form neutral hydrogen and the photons were allowed to travel freely throughout

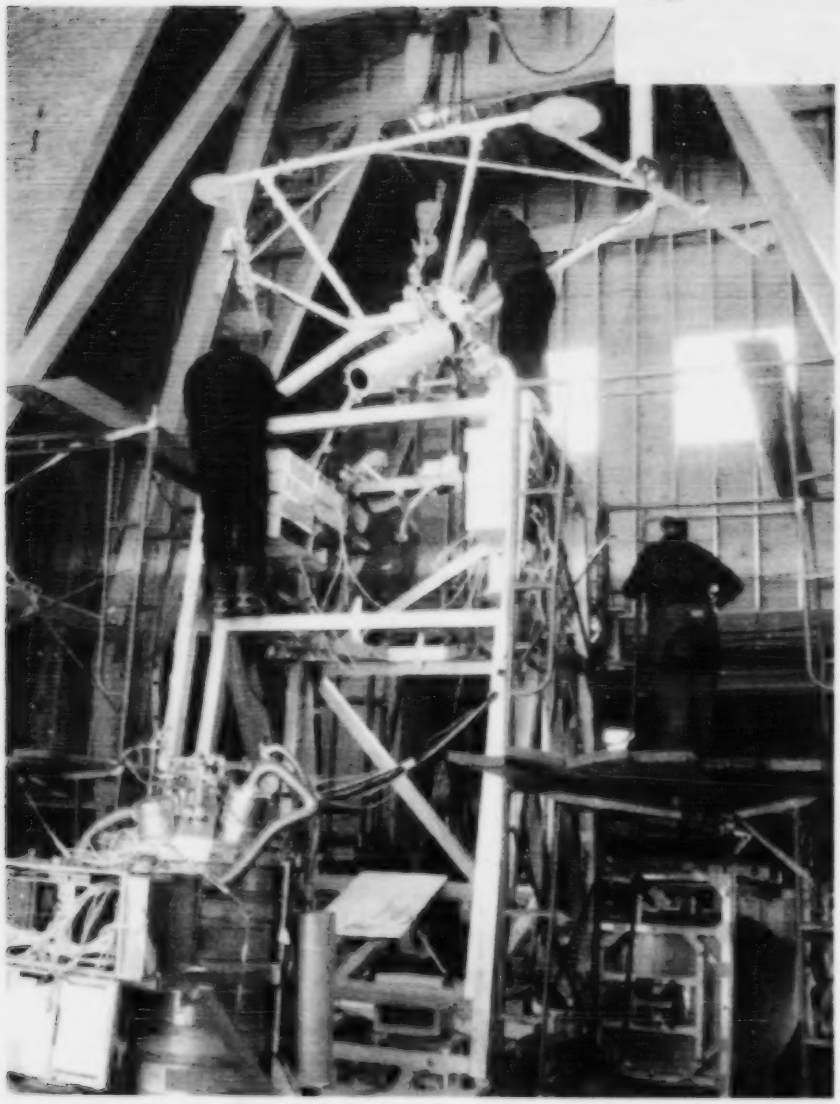


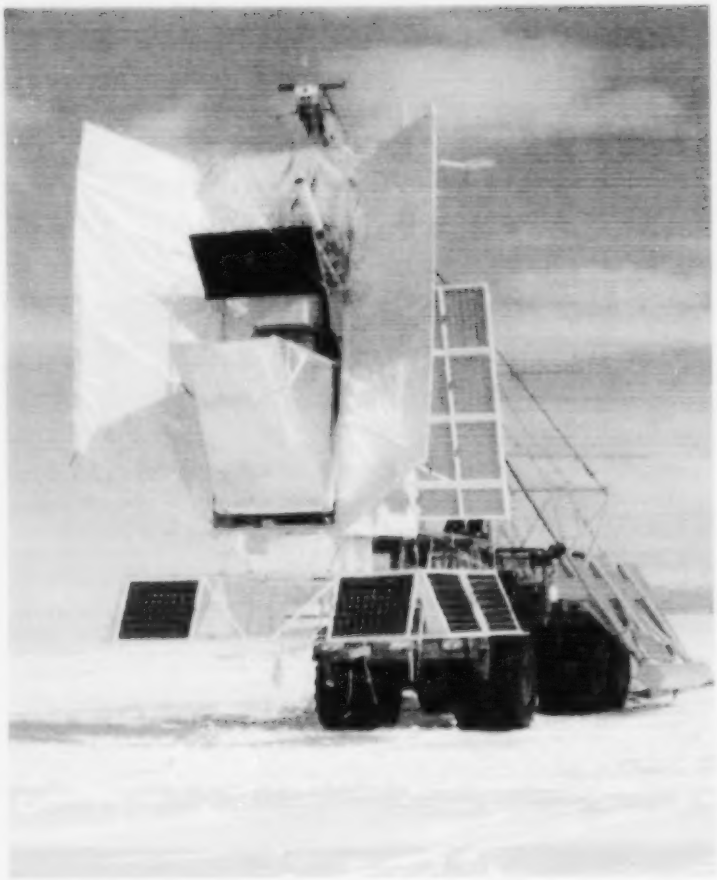
Figure 1 (above)
Part of the BOOMERANG collaboration (w th penguin visitor) during pre-launch instrument integration.

Figure 2 (left)
Hard at work early in the Antarctic campaign.

Figure 3 (right)
Flight-ready payload.

the Universe. The surface from which CMB photons last scattered is often referred to as the last scattering or decoupling surface. The CMB photons observed today offer a snapshot of the Universe in its infancy.

While the CMB is extremely uniform, there are tiny fluctuations in its intensity and polarization. These trace tiny non-uniformities in the early Universe which grow into the large-scale structure observed in the sky today. The fluctuations in the photon density appear as



anisotropies in the CMB radiation field. Deviations from the mean intensity in the primordial plasma are in the order of 10^{-5} and for polarization are an order of magnitude smaller. It is these tiny deviations from uniformity that the BOOMERANG telescope targets.

The 2003 mission marked the instrument's second successful trip over the Antarctic. The first long-duration balloon flight, in December 1998, resulted in landmark, high signal-to-noise maps of the CMB intensity fluctuations (De Bernardis and others, 2000; Netterfield and others, 2002). For the latest flight the instrument was redesigned to be polarization sensitive and the attitude control system was upgraded to enable more accurate telescope pointing.

BOOMERANG measures light at 145 GHz, 245 GHz and 345 GHz. The instrument is mounted on a ~5 m tall aluminum frame or gondola and the entire flight-ready payload is ~1650 kg. The gondola has an inner frame which can be driven in elevation and an outer frame which scans in azimuth. The flight trajectory is determined by the Antarctic wind patterns at float altitude. BOOMERANG's extremely sensitive bolometric detectors are cooled to < 0.3 K in a liquid helium/liquid nitrogen cryostat. Both the cryostat and the telescope, with its 1.3 m mirror, are mounted on the gondola's inner frame. Figures 2 and 3 show the instrument at two times during the 2003 Antarctic campaign.

The entire payload is hung on steel cables from a ~800,000 m^3 helium-filled balloon, provided by the NASA National Scientific Balloon Facility (NSBF now CSBF). Payloads can reach altitudes of 35 km, above about 99.5% of the Earth's noisy atmosphere. Ideally, the Antarctic vortex winds carry the instrument around the continent at latitude ~78°S in 10–24 days. With 24 hours daylight, the Antarctic flight environment is thermally relatively stable, in contrast to day/night flights at lower latitudes.

After some two months of instrument integration and testing, BOOMERANG was launched on 6 January 2003 from McMurdo and terminated 15 days later. Despite dropping 171 kg of ballast, the payload altitude dropped daily. The flight path (Fig. 4) was further complicated by low-altitude winds which kept the balloon in the same spot for nearly five days. The payload landed on the Antarctic Plateau near Dome Fuji, at 3810 m *a.s.l.*, close to the Pole of Inaccessibility. In spite of the rather inconvenient final location, the data vessel was recovered within a week and the rest of the instrument salvaged the following year.

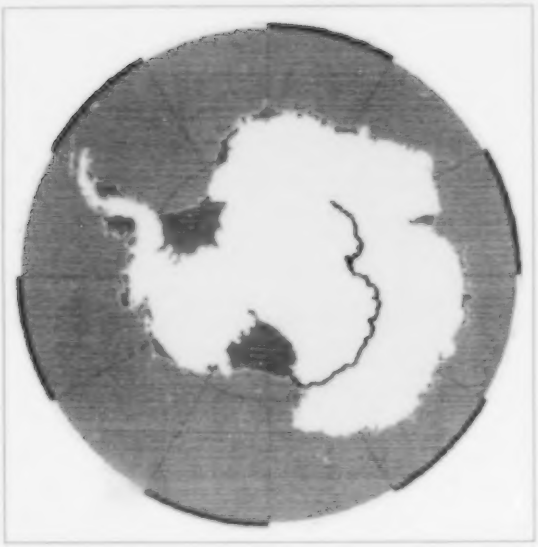


Figure 4
The BOOMERANG flight path. Figure provided by NSBF.

The final BOOMERANG sky coverage from the 2003 flight comprised ~195 hours of data over ~1.8% of the sky. The resulting BOOMERANG intensity maps are the most precise intermediate-scale measurement of CMB intensity anisotropy to date. The polarization measurement is roughly a 5σ detection. These can be used to constrain the cosmological parameters of the standard Big Bang model, e.g., the energy density and geometry of the Universe. While the polarization data are not yet of an accuracy equivalent to the intensity data (i.e., they cannot be used to independently constrain cosmological parameters) cross checks of best-fit cosmological parameters from both the polarization and intensity data indicate consistent results.

Efforts to obtain higher-precision measurements of the CMB polarization continue in order to provide an ever clearer picture of the origins of time and space. Canadians are involved in two upcoming projects which target CMB polarization measurements above and beyond the current detections. These include the Planck Satellite mission, for which the BOOMERANG detectors served as a testbed, and SPIDER, a future balloon-borne polarimeter. SPIDER will test the latest CMB detector technology during an around-the-world, 25-day flight from Alice Springs, Australia in 2010.

References

De Bernardis, P. *and 35 others*. 2000. A flat universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation. *Nature*, **404**(6781), 955–959.

Jones, W.C. *and 36 others*. 2006. A measurement of the angular power spectrum of the CMB temperature anisotropy from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 823–832.

MacTavish, C.J. *and 37 others*. 2006. Cosmological parameters from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 799–812.

Masi, S. *and 43 others*. 2006. Instrument, method, brightness, and polarization maps from the 2003 flight of BOOMERanG. *Astron. Astrophys.*, **458**(3), 687–716.

Montroy, T.E. *and 36 others*. 2006. A measurement of the CMB EE spectrum from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 813–822.

Netterfield, C.B. *and 32 others*. 2002. A measurement by BOOMERANG of multiple peaks in the angular power spectrum of the cosmic microwave background. *Astrophys. J.*, **571**(2), Part 1, 604–614.

Penzias, A.A. and R.W. Wilson. 1965. A measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s. *Astrophys. J.*, **142**(1), 419–421.

Piacentini, F. *and 36 others*. 2006. A measurement of the polarization-temperature angular cross-power spectrum of the cosmic microwave background from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 833–839.

Dr Carrie MacTavish (cmactavi@cita.utoronto.ca) is a postdoctoral fellow at the Canadian Institute for Theoretical Astrophysics, a nationally supported research center for studies in theoretical astronomy and related subjects hosted by the University of Toronto.

First Light for the South Pole Telescope

Matt Dobbs
on behalf of the South Pole Telescope Collaboration

The South Pole Telescope (http://spt.uchicago.edu, SPT) is a mm-wavelength instrument designed to measure small angular scale features in the Cosmic Microwave Background (CMB) radiation. This afterglow light from the Big Bang was released when the universe was 400,000 years old – long before planets, stars, and galaxies had time to form.

The massive 10 m telescope (Ruhl and others, 2004) was deployed during the Antarctic summer 2006/7 by a team of scientists, engineers, and students from eight American institutions (Universities of California–Berkeley, California–Davis, Case Western Reserve, Chicago, Colorado–Boulder, Harvard-Smithsonian, Illinois and the Jet Propulsion Laboratory) and McGill University. The instrument's foundation, installed one year earlier, keeps the telescope afloat atop the 2500 m thick Antarctic ice sheet. The ground shields, which will be deployed and installed during the 2007/8 Antarctic summer, keep light reflected off the snow from entering the telescope optics.

The $19.2 million telescope is funded primarily by the National Science Foundation (NSF), with additional support from the Kavli Foundation of Oxnard, California, and the Gordon and Betty Moore Foundation of San Francisco. Canadian collaborators receive funding from the Le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC).

The telescope stands 75 feet (22.8 m) tall, measures 33 feet (10 m) across and weighs 280 tons (254 metric tons) (Fig. 1). It was assembled in Kilgore, Texas, then taken apart, shipped across the Pacific Ocean to New Zealand, and flown from there to the South Pole. Since November the SPT team has worked furiously to reassemble and deploy the telescope.

As with any construction project in extreme conditions, SPT was supported by a long and complex logistical chain stretching around the globe. All cargo to the South Pole is delivered by ski-equipped LC-130 aircraft, and the components must be able to be broken down to fit into the

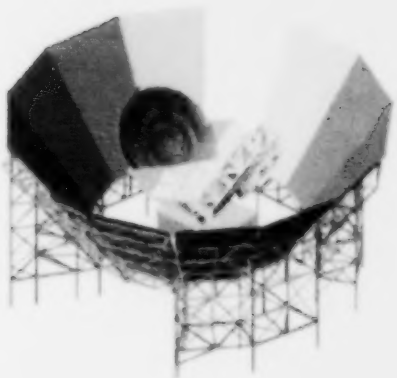


Figure 1
(Left) The 10 m South Pole Telescope installed during Antarctic summer 2006/7 at the Amundsen–Scott station (photo by S. Meyer, U. Chicago). (Right) Computer rendition of how the telescope will look after the ground shields are installed in the summer of 2007/8.

aircraft cargo bay. Flown by the New York Air National Guard, the aircraft are elements of Operation Deep Freeze, the military support arm of the U.S. Antarctic Program, which also includes Air Force cargo jets and U.S. Coast Guard icebreakers, Navy cargo handlers and many other logistical and personnel assets.

Astronomers work at the South Pole to take advantage of excellent viewing conditions. On the electromagnetic spectrum, the CMB falls somewhere between heat radiation and radio waves. This type of light is easily absorbed both by water vapour in the atmosphere and that emitted by the atmosphere. Situating the instrument at the South Pole minimizes this atmospheric foreground since the pole is high in elevation (2900 m), providing a thin atmosphere, and extremely dry, minimizing the water vapour content.

The snapshot of the early universe that will be created with the SPT encodes a wealth of information about its composition and evolution. Most exciting is the prospect of charting out the growth history of the universe, which today appears to be dominated by a mysterious accelerating constituent known as Dark Energy. The CMB radiation serves to backlight the entire universe, much like the light behind the screen in a shadow-puppet show. The largest gravitationally bound objects in the universe, galaxy clusters, will distort this light in a measurable way casting a shadow (like shadow puppets from our analogy) in the 2 mm wavelength CMB light. This distortion, called the Sunyaev–Zeldovich Effect (Sunyaev and Zeldovich, 1970), is an excellent tool for cosmology because the strength of the signal does not depend strongly on how far away the galaxy clusters are. This means we can see the clusters that are furthest away just as easily as we can see the close ones – a feature that is unique to this type of observation. The clusters that are observed and catalogued will act as tracers or test particles that can be used to reconstruct the expansion (growth) history of the universe and provide information about the nature of Dark Energy.

The large aperture of the telescope's primary dish makes the small angular resolution of the instrument possible, allowing the team to measure arc-minute-scale features accurately in the microwave background. In addition to excellent angular resolution, the instrument achieves exquisite sensitivity by making use of three novel technologies for its high-tech camera.

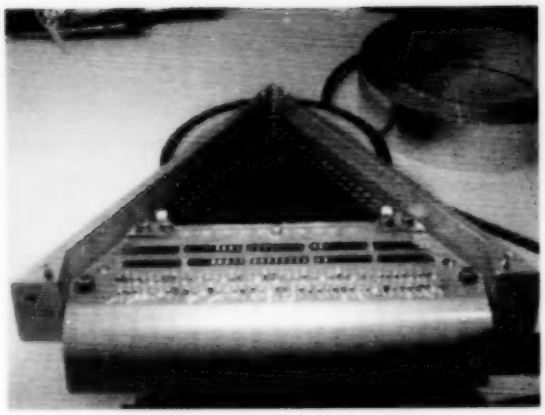


Figure 2
One of the six transition edge sensor arrays for the detector focal plane. Each silicon wafer (thin dark triangular piece) has 160 detectors which are sensitive to mm-wavelength light (photo by M. Dobbs).

The first of the technologies is the detector elements (Fig. 2). These sensors measure the intensity of incoming radiation (light) by completely absorbing the photons and allowing this incident power to heat up a small metallic absorber film. In contrast to the last generation of instruments, the temperature of the absorber is measured with a tiny film of superconductor called a transition edge sensor (TES). These TES detectors are an important advance because they can be fabricated lithographically as monolithic arrays with 100s or 1000s of detectors. The SPT focal plane contains 960 bolometric detectors whereas other mm-wavelength instruments currently in the field have only used several dozen detectors at most. These detectors need to be kept cold, about 0.25 K, to minimize the thermal noise that would otherwise obscure the weak signal from the sky. The easiest way to achieve these temperatures is by pre-cooling

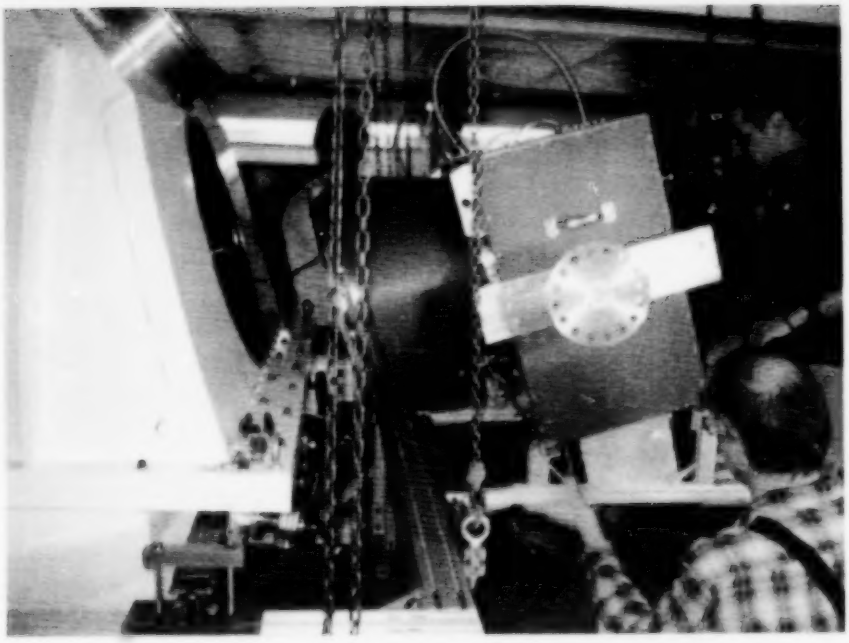


Figure 3
Sub-Kelvin temperature bolometer camera (centre) being mated with the cryostat (right) that houses the cold 4 K secondary mirror (photo by M. Dobbs).

a closed-cycle absorption fridge to 4 K with expendable liquid helium. This has been the standard strategy for most instruments to date. Instead, the SPT uses a mechanical pulse tube cooler to achieve its 4 K temperature stage. Making use of this technology required a dedicated research program to minimize the vibration interference produced by the moving parts of the cooler. By eliminating the expendable cryogens, the logistical support necessary for transporting liquid helium to the South Pole is removed. The third technological advance is the use of a novel superconducting multiplexed readout system that allows the signals from many bolometers to be encoded together on a single set of wires. While advanced multiplexing techniques are commonplace in room temperature electronics such as cell phones, employing this technology at sub-Kelvin temperatures where transistors cease to work requires a whole new toolset of superconducting components for the readout multiplexer. These advances make the SPT a technological pathfinder as well as providing a new scientific window on the universe.

Installation and commissioning of the SPT took most of the Antarctic summer. First astronomical light for the instrument was achieved on February 16, two days before the bulk of the science and installation team was evacuated from the South Pole station aboard the last flight of the season as the temperature started to plummet towards −50°C, the no-fly limit for C-130 aircraft. This milestone was reached just ahead of the launch of the International Polar Year (IPY) research campaign – a fitting start to the IPY! The first test-observations for the telescope were maps of Jupiter that are being used for calibration and characterization of the instrument. First Light was a significant milestone for the project and a fitting conclusion to this summer's field campaign (Dobbs and others, 2006). Two scientists will remain at the research station for the winter; Steve Padin, the project scientist from the University of Chicago, and Zachary Staniszewski, a graduate student at Case Western Reserve University. The rest of the science team will support the field team while shifting their efforts from construction and testing over to the analysis of the rich data set

that is being transmitted by satellite to North America. The team is concentrating its efforts now on fully characterizing the instrument before cosmological observations begin in early 2007.

References

Sunyaev, R.A. and Y.B. Zeldovich. 1970. Small-scale fluctuations of relic radiation. *Astrophys. Space Sci.*, **7**(1), 3–19.

Ruhl, J.E. *and 26 others* (SPT Collaboration). 2004. The South Pole telescope. *In* Zmuidzinas, J., W.S. Holland and S. Withington, *eds. Millimeter and Submillimeter Detectors for Astronomy II, 23 June 2004, Glasgow, Scotland*. Bellingham, WA, International Society for Optical Engineering, 11–29. (SPIE Proceedings 5498.)

Dobbs, M. *and 27 others* (APEX-SZ Collaboration). 2006. APEX-SZ first light and instrument status. *New Astron. Rev.*, **50**(11–12), 960–968.

Dr Matt Dobbs (mdobbs@physics.mcgill.ca), a graduate of McGill University and the University of Victoria, holds the Canada Research Chair in Astro-particle Physics in the Department of Physics at McGill University.

First Research Cruise to Study Adaptations and Evolution of Fauna after the Collapse of the Larsen A and B Ice Shelves

Christine McClelland

The German Research Ship *Polarstern* left the harbour of Cape Town, South Africa, at 6 P.M. on November 23, 2006, with 97 crew members and scientists aboard. With humpback whales seeing us on our way, Leg 8 of the ANTXXIII expedition began as we sailed south. By December 1, we started to see evidence of the continent that lay ahead of us – icebergs. Despite the *Polarstern*'s superior ice-breaking capabilities, reaching Neumayer, the German base on Atka Bay in the Weddell Sea, took another 8 days (Fig. 1). After visiting and supplying Neumayer with food and fuel, we headed to our study area: the western Weddell Sea and Antarctic Peninsula.

Leg 8 of the ANTXXIII expedition brought together scientists from 14 countries (Belgium, Canada, Chile, Czech Republic, France, Germany, Italy, Mexico, Netherlands, Russian Federation, Spain, Ukraine, United Kingdom, and the United States of America) to work on two main research projects. The first was a continuation of ongoing studies on fisheries south of 60°S. As a member of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), Germany conducts surveys of the distribution, abundance, population structure and reproductive strategies of previously overexploited commercial fish species. Within the CCAMLR project, several smaller studies were performed, including fish population genetics and evolution. The study

Figure 1:
The *Polarstern* in Atka Bay, Weddell Sea, with Christine McClelland, the sole Canadian scientist (photo by S. Scholing, Institut für Seefischerei).

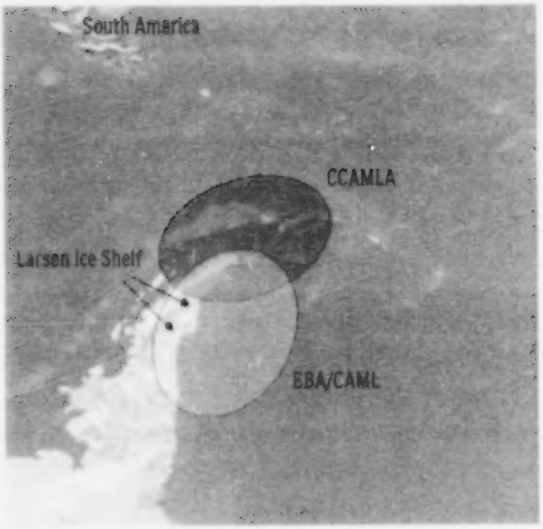


Figure 2
Map of the study areas for the two research programs conducted during Leg 8 of the *Polarstern*'s ANTXXIII cruise.

area for this project was Elephant Island, the South Shetland Islands and Joinville Island (Fig. 2).

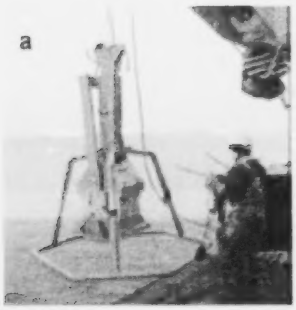
My work fell under the umbrella of the second project, conducted as part of the ANTXXIII Leg 8 which contributed to Evolution and Biodiversity in the Antarctic and Census of Antarctic Marine Life (EBA/CAML) by studying life in the Larsen A and B shelf areas. EBA was developed by the Scientific Committee on Antarctic Research while CAML is one of 14 field research projects headed by the Census for Marine Life. Both projects aim to study Antarctic organisms and their adaptations to the harsh climate in which they live. Studying how the animals survive in their environment in the past and present may shed light on how they will react when faced with the change being brought about by the warming of Antarctica. Numerous parameters of the ecosystem required investigation in order to identify key processes in the lives of Antarctic flora and fauna. The team of researchers used a remotely operated vehicle (ROV), Agassiz trawls, a CTD-equipped rosette water sampler, fish and amphipod traps, as well as multi, box and piston gravity corers (Figs 3 and 4). We were able to complete a series of five "full" stations where all CAML-related sampling occurred. The purpose of having "full" stations was that the data set produced would represent as many ecosystem parameters as we were able to sample.

The Larsen A and B areas, on the eastern side of the Antarctic Peninsula, have received considerable media coverage over the past 10 to 15 years. In 1995, the ice shelf covering Larsen A disintegrated and in 2002 that covering Larsen B did the same. Most scientists attribute the ice-shelf melting to increased Antarctic Peninsula temperatures as a result of global warming. This cruise was the first to investigate the organisms found in the Larsen A and B areas. For researchers, this was a unique opportunity to study the abundance, diversity and adaptations of marine animals in response to the collapse of the overlying ice shelves. We were also able to examine the recolonization process following the disturbance by iceberg keels scouring the sea floor at the time of ice-shelf disintegration.

As a part of the CAML program, I was involved in two projects during the cruise. My primary focus was measuring the respiration rates of benthic communities in order to study benthic–pelagic carbon cycles within the Larsen areas. Samples were collected using a 0.5 m × 0.5 m box corer. Subsamples from the box core were used to measure pigment concentration, bacteria abundance, grain size, carbon–hydrogen–nitrogen levels and faunal respiration incubations. The animals that were included in the incubations were echinoderms (brittle stars and sea cucumbers), amphipods, isopods, cumaceans, polychaetes and bivalves. Before the results can be published, I must first determine the contribution of primary production to the oxygen levels within the cores, analyze the faunal composition for each station, as well as review the sediment chemistry. I hope the results from this part of my onboard research will be the basis from which further, more in-depth, studies may develop.

Preliminary results from the second project on which I collaborated were available immediately. Part of the mandate of the CAML project was to develop a list of species

Figure 3
Sampling benthic invertebrates in Larsen B (photo by C. McClelland, CMN).



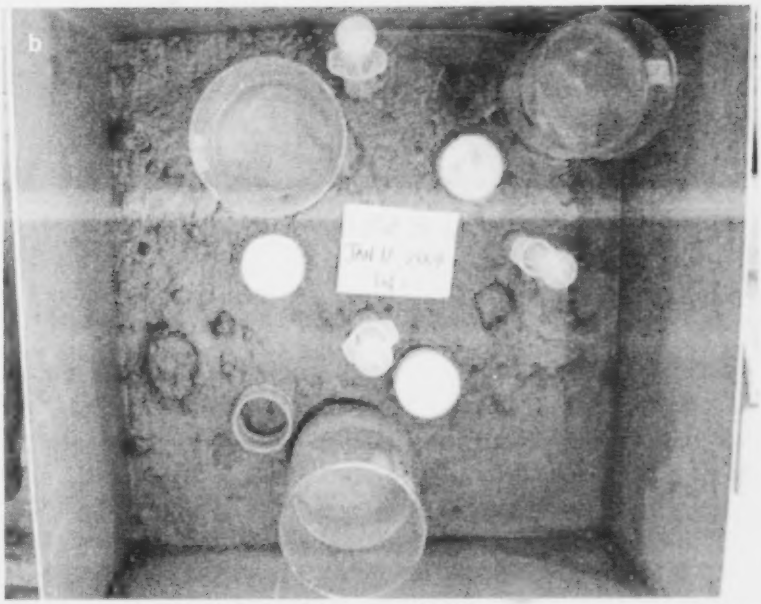


Figure 4
(a) Boxcoring in Larsen B (photo by G. Chapelle, International Polar Foundation) and
(b) an example of the boxcore subsamples (photo by C. McClelland, CMN).

present in the Larsen A and B areas. At the centre of attention were the benthic and epibenthic species. The Agassiz trawls were used to collect faunal samples from the sea floor. Taxonomists then removed the animals from the substrate and detritus. Among the most abundant of taxa were polychaetes, sponges, brittle stars, sea stars, sea cucumbers, isopods, amphipods, sea anemones and pycnogonids. Some trawls were full of hard coral, while others required additional winches to help lift the mass of sediment caught with the animals. There was a lot of excitement with every catch because with each one there was the possibility of finding

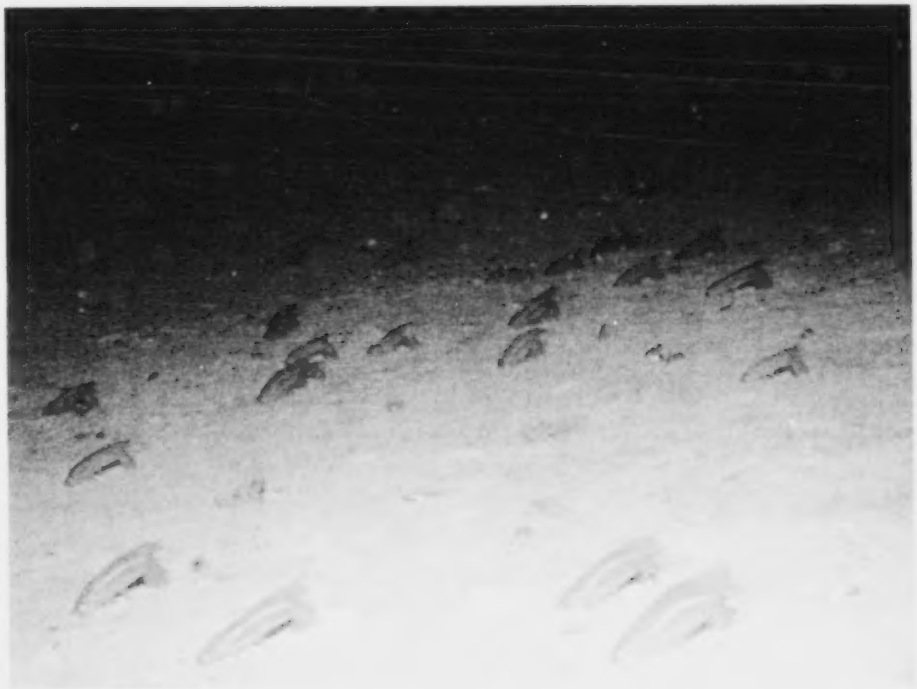


Figure 5
"The march of the Holothurians". Sea cucumbers curiously all heading in the same direction. Image taken by the ROV in the Larsen B area (photo courtesy of J. Gutt, AWI).

new species, since we were sampling areas that had never been sampled biologically before. In fact, preliminary results suggest there were a number of new and possibly endemic species found in a number of taxa, particularly amphipods. The chief scientist, Dr Julian Gutt (Alfred Wegener Institute), also aided CAML with footage from the ROV. Some of his preliminary results point to the presence of once-believed deep-sea species in areas above 300 m depth in the Larsen areas, showing the adaptation of deep-sea organisms to shallower water in the polar regions (Fig. 5). Data were also collected using both the ROV and a piston corer to confirm Eugene Domack's findings in 2004 of a cold seep deep in the Larsen B area. However, at the time of sampling on this cruise it seemed that the methane source had died away.

The list of described and possibly new species collected in the Larsen areas will be added to the database for Antarctic species. Our results will form the baseline from which further studies can continue. With increasing temperatures in the Antarctic, the studies started by this cruise will be invaluable for understanding the evolution and adaptations of organisms in the face of environmental change.

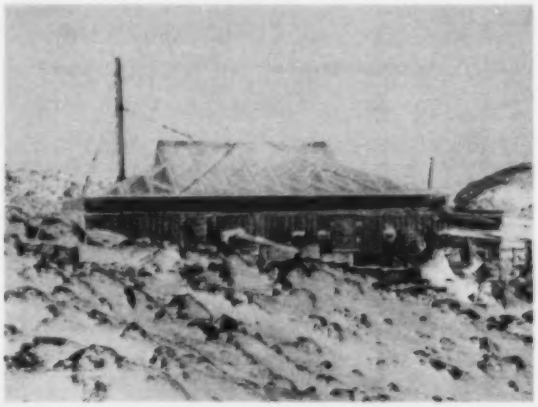
For more information about this cruise, browse the following web pages:

www.awi-bremerhaven.de
www.international-polar-year.de
www.polarfoundation.org
www.cousteau.org
www.caml.aq
www.ccamlr.org
www.eurekalert.org

Christine McClelland, a graduate of the University of Ottawa, has been working with Kathy Conlan at the Canadian Museum of Nature for the past four years. She plans to attend Memorial University of Newfoundland for post-graduate studies later this year.

Restoration of Shackleton's Nimrod Hut at Cape Royds

Gordon Macdonald of Vancouver Island (see *CARN*, vol. 20, November 2005, p. 16) is leading a team of building conservators restoring the Nimrod hut at Cape Royds, one of the world's most at-risk monuments. The hut was used by Sir Ernest Shackleton during his attempt on the South Pole nearly a century ago. The project is run by the Antarctic Heritage Trust with support from Antarctica New Zealand. A highlight will be a visit from Sir Edmund Hillary and the New Zealand Prime Minister who will be commemorating the 50th anniversary of the NZAP and Scott Base. The next project will be the conservation of Scott's Terra Nova Hut at Cape Evans.



News in Brief

Alain Grenier, Professor of nature tourism and sustainable development in the Département d'études urbaines et touristiques at the **Université du Québec à Montréal,** is interested in setting up a polar tourism research network and has proposed an organizational meeting to be held in Montréal 13–14 September 2007. Anyone interested in participating in such a network should contact Alain for further details (grenier.alain@uqam.ca).■

In addition to cruises by Canadian companies and the Students on Ice (SOI), several Canadians have been working in the Antarctic recently: **Kevin Hall (UNBC)** with the Italians; **Gordon Osinski (CSA)** with NASA; **Evgeny Pakhomov (UBC)** joined a winter cruise of the RV *Polarstern* to the Lazarev Sea (17 June to 21 August 2006) followed by **Christine McClelland (CMN)** over Christmas (23 November 2006 to 30 January 2007); **Gordon Macdonald** has returned to Cape Royds to complete restoration of the Nimrod Hut; BLAST (balloon-borne large aperture sub-millimetre telescope) involving scientists from **UofT, UBC** and **AMEC Dynamic Structures Ltd.** of Port Coquitlam was launched from McMurdo on 6 January 2007.■

The *Sedna IV* with **Damien Lopez** (chemist), **Sébastien Roy** and **Pascale Otis** (biologists) **(ISMER),** in a collaborative program with the Argentinians, wintered on the Antarctic Peninsula. The ship returned home in November 2006.■

Partly because Environment Canada was instrumental in helping to ratify the Protocol on Environmental Protection, and because that agency is now responsible for permitting Antarctic activities, the lead on the Antarctic file has now been transferred from the Department of Foreign Affairs and International Trade. It now resides with the Multilateral and Bilateral Affairs group within the International Affairs Branch, with day-to-day responsibility being handled by Guy-Serge Côté (guyserge.cote@ec.gc.ca).■

A highlight of the past year was the SCAR Open Science Meeting in Hobart. Canadian participation was less than at the previous meeting, but seven Canadians attended and 12 papers or posters were presented. SCAR now wants four national representatives named to each of the three Standing Scientific Groups (GeoSciences, Life Sciences and Physical Sciences). Anyone actively involved with any of these groups who is not currently identified as a national representative and would be interested in being so identified should contact either the Chair of CCAR (Wayne Pollard, pollard@geog.mcgill.ca) or the Executive Director of the Canadian Polar Commission (Steven Bigras, bigrass@polarcom.gc.ca).■

Geoff Green, Canadian adventurer, environmentalist and educator, was honoured by The Explorers Club with their Citation of Merit at its 103rd Annual Dinner on 17 March 2007. He founded Students on Ice (www.studentsonice.com), a non-profit organization that arranges educational expeditions for students to the Antarctic and the Arctic and is a veteran of 70 Antarctic and 30 Arctic expeditions.■

Valmar Kurol of the Montreal Antarctic Society has established an Antarctic Art Gallery of his paintings as a tribute to the International Polar Year. The pictures may be viewed at www.antarcticart.net.■

On 19 January 2007, a team of British explorers, led by Canadian **Paul Landry,** became the first expedition to reach the Antarctic Pole of Inaccessibility on foot. This Pole, the geographic centre of Antarctica, is the furthest point from any Antarctic coast. It lies just over 3700 m *a.s.l.* and is located

approximately 83°S and 55°E, about 870 km northeast of the South Pole. The team took 49 days to complete the overland trip from the Russian base at Novolazarevskaya.■

In December 2006, **Serge Demers (ISMER)** signed a protocol with the Direction Nationale Antarctic (DNA) of Argentina whereby Argentina gives ISMER access to two houses at the Esperenza base for scientific investigations. One house is a laboratory and the other provides accommodation for six researchers.■

A group from New Zealand is attempting to build a platform for researchers from the social sciences and humanities by establishing an informal network called SHARE (Social sciences & Humanities Antarctic Research Exchange, www.share-antarctica.org). The network would be designed to further international collaboration, establish more structural forms of collaboration and facilitate the provision of political, logistical and financial support. An official announcement on SHARE will be published in the July 2007 special issue on Polar Tourism of the journal *Tourism in Marine Environments*.■

CCAR/CCRA Members and Advisers

Wayne Pollard (Chair)
Department of Geography
McGill University
805 Sherbrooke Street West
Montréal, Quebec H3A 2K6
Tel: (514) 398-4454
Fax: (514) 398-7437
pollard@felix.geog.mcgill.ca

Kathy Conlan
Canadian Museum of Nature
P.O. Box 3443, Station D
Ottawa, Ontario K1P 6P4
Tel: (613) 364-4063
Fax: (613) 364-4027
kconlan@mus-nature.ca

Serge Demers
Institut des sciences de la mer
de Rimouski (ISMER)
310, allée des Ursulines, C.P. 3300
Rimouski, Québec G5L 3A1
Tel: (418) 723-1986 x 1651
Fax: (418) 724-1842
serge_demers@uqar.qc.ca

Marianne Douglas
Canadian Circumpolar Institute
University of Alberta
8625–112 Street
Edmonton, Alberta T6G 0H1
Tel: (780) 492-0055
Fax: (780) 492-1153
msdougla@ualberta.ca

Martin Sharp
Earth and Atmospheric Sciences
University of Alberta
1-26 Earth Sciences Building
Edmonton, Alberta T6G 2E3
Tel: (780) 492-4156
Fax: (780) 492-2030
martin.sharp@ualberta.ca

Dave Williams
c/o Astronaut Office, Mail Code CB
Johnson Space Center
2101 NASA Parkway
Houston, Texas 77058, U.S.A.
Tel: (281) 244-8883
david.r.williams1@jsc.nasa.gov

Fred Roots (Antarctic Adviser CPC)
Environment Canada
351 St. Joseph Blvd, 1st Floor
Ottawa, Ontario K1A 0H3
Tel: (819) 997-2393
Fax: (819) 997-5813
fred.roots@ec.gc.ca

Warwick F. Vincent (Past Chair)
Département de biologie
Université Laval
warwick.vincent@bio.ulaval.ca

Simon Ommanney (CCAR Secretary)
27 Glen Davis Crescent
Toronto, Ontario M4E 1X6
Tel: (416) 686-6307
simon.ommanney@sympatico.ca

CARN Newsletter

All rights reserved
© Canadian Polar Commission/ Canadian Antarctic Research Network

Editor: C. Simon L. Ommanney
Please send contributions and correspondence to:
C. Simon L. Ommanney
Editor, CARN Newsletter
Address at left.

Canadian Polar Commission
Suite 1710, 360 Albert Street
Ottawa, Ontario K1R 7X7
Tel.: (613) 943-8605
Fax: (613) 943-8607
mail@polarcom.gc.ca
www.polarcom.gc.ca/ccarhome.htm

Vol 23, mai 2007

BULLETIN POUR LE

Réseau canadien de recherches antarctiques

Intérieur

BOOMERANG : Exploration de l'Univers à partir du ciel antarctique 1

La première lumière captée par le télescope du pôle Sud 5

Première croisière de recherche pour l'étude des adaptations et de l'évolution de la faune après la dislocation des plates-formes de glace Larsen A et B 8

Réparation de la hutte Nimrod de Shackleton à Cape Royds 12

Nouvelles en bref 13

BOOMERANG : Exploration de l'Univers à partir du ciel antarctique

Carrie MacTavish

En janvier 2003, le télescope BOOMERANG a terminé une deuxième mission fructueuse dans l'Antarctique durant laquelle il a sondé la plus ancienne lumière de l'Univers, pour apporter une réponse aux questions cosmologiques les plus fondamentales et tester les paramètres de la théorie du Big Bang. Le groupe du BOOMERANG comprend 35 scientifiques du Canada, de l'Italie, des États-Unis et du R.-U. engagés dans une initiative de collaboration internationale. Le contingent canadien provient de l'Université de Toronto (départements de physique et d'astronomie) et de l'Institut canadien d'astrophysique théorique. Ce dernier dirigeait l'analyse des données, alors que le premier était chargé des commandes pour le déplacement du télescope et des instruments de pointage. La figure 1 montre une partie de l'équipe. Les résultats de cette mission ont été publiés en 2006 (Jones et autres, 2006; MacTavish et autres, 2006; Masi et autres, 2006; Montroy et autres, 2006; Piacentini et autres, 2006).

BOOMERANG est un télescope à micro-ondes suspendu à un ballon conçu pour mesurer le rayonnement de fond cosmique (RFC). Le RFC est l'une des prédictions concrètes de la théorie du Big Bang. Il s'agit en fait d'un champ de rayonnement électromagnétique d'origine cosmique, c'est-à-dire qui résulte des débuts de l'Univers lui-même. Ce rayonnement se produit dans les hyperfréquences (0,3–630 GHz), et son spectre est celui d'un corps noir presque parfait qui atteint son maximum d'intensité à 160,4 GHz, ce qui correspond à une température de 2,725 K. Le RFC couvre tout le ciel et constitue le fond sur lequel paraissent tous les autres objets, comme les étoiles, les, galaxies, etc. Il a été détecté pour la première fois en 1965 par Penzias et Wilson (1965). Depuis lors, il a été mesuré par un nombre incalculable d'instruments dont la sensibilité augmente continuellement.

Selon le scénario le plus courant, la théorie du Big Bang indique que l'Univers est en expansion et qu'il était plus dense et plus chaud aux époques passées. Quand il avait moins de ~300 000 ans, il y a eu une période où les taux de diffusion de la matière et du rayonnement dépassaient le rythme d'expansion, ce qui fait que les composantes de l'Univers étaient presque en équilibre. À un moment donné, après les premières centaines de milliers d'années, l'Univers a pris de l'expansion et s'est refroidi suffisamment pour que matière et rayonnement se séparent. La combinaison des protons et des électrons a alors formé de l'hydrogène neutre, ce qui a permis aux photons

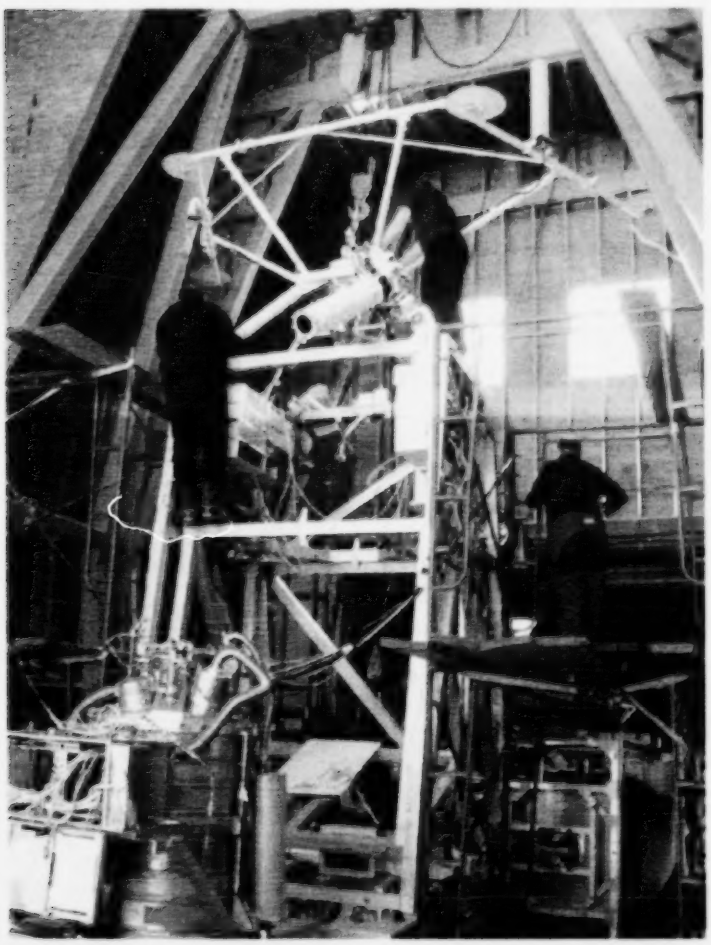


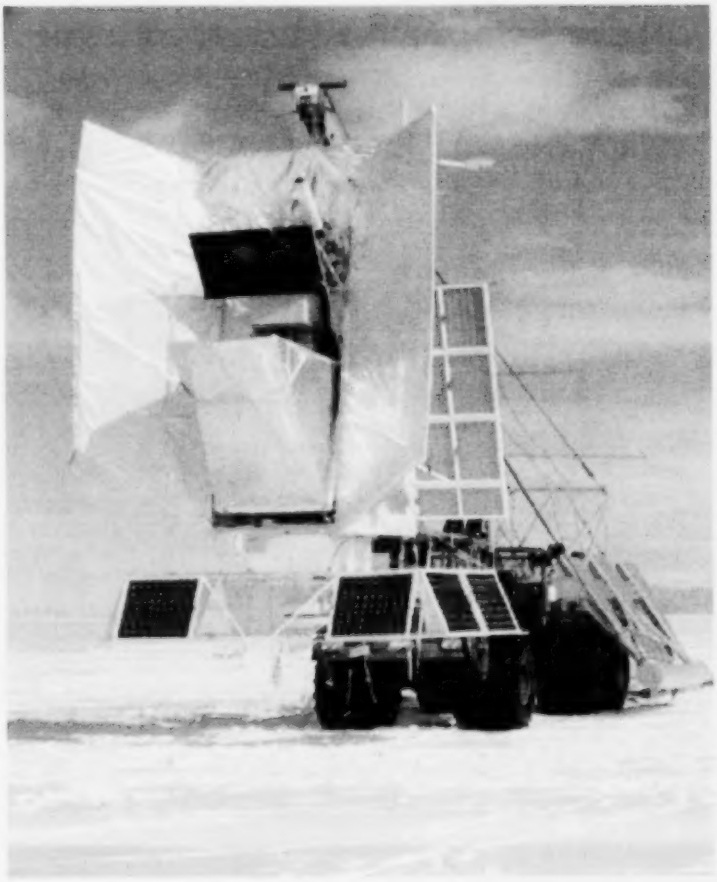
Figure 1 (en haut)
Une partie de l'équipe du BOOMERANG (avec un manchot comme visiteur) à l'étape de l'intégration de l'instrument, avant le lancement.

Figure 2 (à gauche)
Travail ardu au début de la campagne dans l'Antarctique.

Figure 3 (à droite)
Charge utile prête au vol.

de se déplacer librement dans tout l'Univers. La surface à partir de laquelle les photons du RFC se sont dispersés pour la dernière fois est souvent appelée «dernière surface diffusante». Les photons du RFC qu'on observe de nos jours présentent un instantané des balbutiements de l'Univers.

Le RFC est extrêmement uniforme, mais il se caractérise par d'infimes fluctuations de son intensité et de sa polarisation. Quand l'Univers en était à ses débuts, celles-ci ont produit des non-uniformités infimes qui ont grossi de manière à former la structure à grande échelle qu'on observe de nos jours dans le ciel. Les fluctuations dans la densité des photons apparaissent comme des anisotropies dans le champ de rayonnement du



RFC. Les déviations par rapport à l'intensité moyenne dans le plasma primordial sont de l'ordre de 10^{-5}, et pour la polarisation leur ordre de grandeur est moindre. Ces infimes déviations sont les cibles du télescope BOOMERANG.

La mission de 2003 a marqué le deuxième périple fructueux de l'instrument au-dessus de l'Antarctique. Le premier vol par ballon de longue durée, en décembre 1998, a permis d'établir des cartes pionnières, d'un haut rapport signal-à-bruit des fluctuations de l'intensité du RFC (De Bernardis et autres, 2000; Netterfield et autres, 2002). Pour son dernier vol, l'instrument a été restructuré pour être sensible à la polarisation, et le système de contrôle d'attitude a été modernisé pour permettre d'affiner le pointage du télescope.

BOOMERANG mesure la lumière à 145 GHz, 245 GHz et 345 GHz. L'instrument est monté sur une charpente ou cabine d'aluminium de ~5 m de hauteur, et toute la charge utile prête au vol pèse ~1 650 kg. La cabine comporte un cadre intérieur motorisé pour l'ajustement en élévation et un cadre extérieur qui scanne en azimut. La trajectoire du vol est déterminée par la configuration des vents antarctiques à l'altitude des ballons-sondes. Les détecteurs bolométriques extrêmement sensibles du BOOMERANG sont refroidis à < 0,3 K dans un système cryostatique comportant de l'hélium liquide et de l'azote liquide. Le cryostat et le télescope, avec son miroir de 1,3 m, sont montés sur le cadre intérieur de la cabine. Les figures 2 et 3 montrent l'instrument utilisé à deux moments différents au cours de la campagne de 2003 dans l'Antarctique.

Toute la charge utile est suspendue par des câbles d'acier à un ballon rempli de ~800 000 m^3 d'hélium, fourni par la National Scientific Balloon Facility (NSBF maintenant appelé CSBF) de la NASA. Les charges utiles peuvent parvenir à une altitude de 35 km, soit au-dessus d'environ 99,5 % de la turbulente atmosphère de la Terre. Idéalement, les vortex de l'Antarctique transportent l'instrument d'un bout à l'autre du continent à une latitude de ~78° S en 10–24 jours. Grâce à un ensoleillement de 24 heures sur 24, l'environnement pour le vol antarctique est relativement stable sur le plan thermique, ce qui contraste avec l'alternance du jour et de la nuit aux plus basses latitudes.

Après une période d'environ deux mois consacrée à l'intégration de l'instrument et aux essais, on a procédé au lancement du BOOMERANG le 6 janvier 2003, à McMurdo. La mission s'est terminée 15 jours plus tard. Malgré le largage de 171 kg de ballast, l'altitude de la charge utile diminuait chaque jour. Des vents de faible altitude, qui ont tenu le ballon au même endroit pendant près de cinq jours, sont venus compliquer davantage la trajectoire du vol (fig. 4). La charge utile a

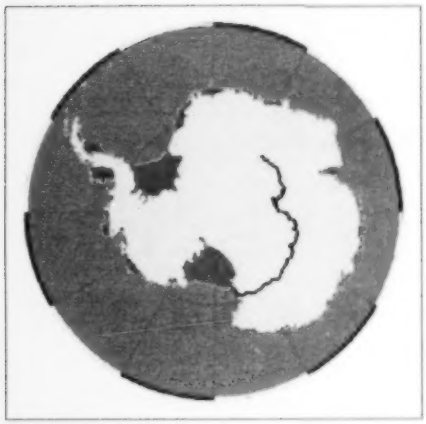


Figure 4
La trajectoire de vol du BOOMERANG. Figure fournie par la NSBF.

atterri sur le plateau antarctique aux environs du dôme Fuji, à 3 810 m au-dessus du niveau de la mer, soit près du pôle d'inaccessibilité. Malgré les inconvénients présentés par ce dernier endroit, le contenant qui accumulait les données fut retrouvé en moins d'une semaine, et le reste de l'instrument récupéré l'année suivante.

En fin de compte, la couverture du ciel par le BOOMERANG lors du vol de 2003 a permis de recueillir des données en ~195 heures sur ~1,8 % du ciel. Les cartes de l'intensité obtenues à l'aide du BOOMERANG sont, à ce jour, les plus précises mesures, à l'échelle intermédiaire, de l'anisotropie de l'intensité du RFC. La mesure de la polarisation montre une détection de l'ordre de 5σ. Ces mesures peuvent servir à contraindre les paramètres cosmologiques du modèle standard du Big Bang, c.-à-d. la densité en énergie et la géométrie de l'Univers. Même si l'exactitude des données sur la polarisation n'est pas encore équivalente à celle des données sur l'intensité (c.-à-d. qu'elles ne peuvent être utilisées seules pour contraindre les paramètres cosmologiques) les contre-vérifications des meilleures estimations des paramètres cosmologiques, à partir des données sur la polarisation et de celles sur l'intensité, donnent des résultats logiques.

Les tentatives pour obtenir des mesures toujours plus précises de la polarisation du RFC se poursuivent, car les responsables veulent présenter une image encore plus claire de l'origine du temps et de l'espace. Des Canadiens participent à deux projets qui se réaliseront bientôt : mesurer la polarisation du RFC pour affiner les détections. Ces projets incluent la mission du satellite Planck, pour laquelle les détecteurs du BOOMERANG ont servi de bancs d'essai, et le SPIDER, un polarimètre emporté par ballon. Le SPIDER servira à tester les tout derniers développements des détecteurs du RFC au cours d'un vol qui fera le tour du monde en 25 jours à partir de Alice Springs, Australie, en 2010.

Références

De Bernardis, P. *et 35 autres*. 2000. A flat universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation. *Nature*, **404**(6781), 955–959.

Jones, W.C. *et 36 autres*. 2006. A measurement of the angular power spectrum of the CMB temperature anisotropy from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 823–832.

MacTavish, C.J. *et 37 autres*. 2006. Cosmological parameters from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 799–812.

Masi, S. *et 43 autres*. 2006. Instrument, method, brightness, and polarization maps from the 2003 flight of BOOMERanG. *Astron. Astrophys.*, **458**(3), 687–716.

Montroy, T.E. *et 36 autres*. 2006. A measurement of the CMB EE spectrum from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 813–822.

Netterfield, C.B. *et 32 autres*. 2002. A measurement by BOOMERANG of multiple peaks in the angular power spectrum of the cosmic microwave background. *Astrophys. J.*, **571**(2), Part 1, 604–614

Penzias, A.A. et R.W. Wilson. 1965. A measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s. *Astrophys. J.*, **142**(1), 419–421

Piacentini, F. *et 36 autres*. 2006. A measurement of the polarization-temperature angular cross-power spectrum of the cosmic microwave background from the 2003 flight of BOOMERANG. *Astrophys. J.*, **647**(2), Part 1, 833–839.

Carrie MacTavish (cmactavi@cita.utoronto.ca) est titulaire d'une bourse post-doctorale. Elle travaille à l'Institut canadien d'astrophysique théorique, un centre de recherche à l'Université de Toronto, qui bénéficie d'un soutien national pour les études en astronomie théorique et sur des sujets connexes.

La première lumière captée par le télescope du pôle Sud

Matt Dobbs
pour le groupe chargé de l'initiative South Pole Telescope Collaboration

Le télescope du pôle Sud (http://spt.uchicago.edu, SPT) est un instrument observant aux longueurs d'onde de l'ordre du millimètre pour mesurer à petite échelle angulaire les particularités du rayonnement de fond cosmique (RFC). Cette lumière résiduelle a été émise par le Big Bang, quand l'Univers n'avait que 400 000 ans – bien avant que les planètes, les étoiles et les galaxies se soient formées.

Le télescope massif de 10 m (Ruhl et autres, 2004) a été utilisé durant l'été antarctique 2006–2007 par une équipe de scientifiques, d'ingénieurs et d'étudiants de huit établissements américains (universités de la Californie–Berkeley, Californie–Davis, Case Western Reserve, Chicago, Colorado–Boulder, Harvard-Smithsonian, Illinois et Jet Propulsion Laboratory) et de l'Université McGill. Sa base construite un an plus tôt maintient l'instrument en place au-dessus de l'inlandsis antarctique dont l'épaisseur atteint 2 500 m. Les écrans, qui seront installés au sol durant l'été antarctique 2007–2008, empêchent la lumière réfléchie par la neige de pénétrer dans le trajet de l'optique du télescope.

Le télescope de 19,2 millions de dollars est financé en majeure partie par la National Science Foundation (NSF). Un soutien supplémentaire est assuré par la fondation Kavli d'Oxnard, Californie, et la fondation Gordon et Betty Moore de San Francisco. Les collaborateurs canadiens obtiennent des crédits du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) et du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

Le télescope a une hauteur de 75 pieds (22,8 m), une largeur de 33 pieds (10 m), et il pèse 280 tonnes (254 tonnes métriques) (fig. 1). Il a été assemblé à Kilgore, au Texas, et ensuite démonté pour être expédié en Nouvelle-Zélande, à l'autre extrémité de l'océan Pacifique, avant d'être transporté par avion jusqu'au pôle Sud. Depuis novembre, l'équipe SPT travaille ardemment pour réassembler le télescope et le mettre en service.

Comme tous les travaux de construction dans des conditions extrêmes, l'initiative SPT a nécessité un soutien logistique long et complexe dont les éléments sont répartis dans le monde entier. Tout le matériel destiné au pôle Sud est livré par l'aéronef LC-130 équipé de skis, et les composantes doivent être

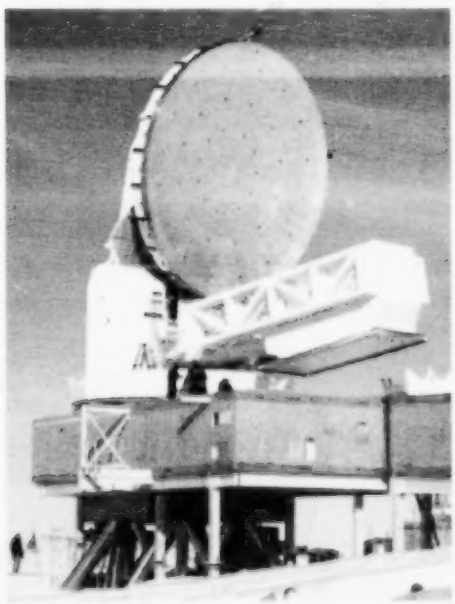


Figure 1
(à gauche) Le télescope du pôle Sud de 10 m installé à la station Amundsen–Scott durant l'été antarctique 2006–2007 (photo de S. Meyer, U. Chicago).
(à droite) Image réalisée par ordinateur montrant l'apparence du télescope lorsque les écrans au sol auront été installés, à l'été 2007–2008.

démontées pour pouvoir entrer dans la soute de l'avion. Les avions pilotés par des membres de la Garde nationale aérienne de New York participent à l'opération Deep Freeze, l'organe de soutien militaire au programme antarctique des É.-U., qui utilise aussi des avions-cargo des forces aériennes et des brise-glace de la Garde côtière américaine, des manutentionnaires de fret, d'autres employés et de nombreux services de logistique de la marine.

Les astronomes travaillent au pôle Sud pour profiter des excellentes conditions de visibilité. Sur le spectre électromagnétique, le RFC se situe entre le rayonnement thermique et les ondes radio. Ce type de lumière est facilement absorbé par la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère et celle qui est émise par l'atmosphère. Le choix du pôle Sud comme endroit pour utiliser l'instrument permet de réduire au minimum cette interférence atmosphérique puisque le pôle est un lieu à haute altitude (2 900 m). La mince atmosphère et le climat extrêmement sec donnent l'assurance d'une faible quantité de vapeur d'eau.

L'instantané des débuts de l'Univers que le télescope permettra d'obtenir apportera une mine de renseignements sur sa composition et son évolution. Les responsables se réjouissent surtout à l'idée de pouvoir quantifier le taux de croissance historique de l'Univers. Aujourd'hui, ce taux semble dominé par un mystérieux constituant appelé « énergie sombre » qui accélère l'expansion de l'Univers. Le RFC sert d'éclairage de fond à tout l'Univers, à peu près comme la lumière placée derrière l'écran dans un spectacle de marionnettes d'ombres chinoises. Les plus gros objets unis par un lien gravitationnel dans l'Univers, les amas de galaxies, déforment cette lumière d'une manière mesurable, faisant ainsi une ombre (comme les marionnettes mentionnées dans l'analogie) dans le rayonnement de fond à une longueur d'onde de 2 mm. Ce phénomène a été nommé « effet Sunyaev–Zeldovich » (Sunyaev et Zeldovich, 1970). C'est un excellent outil pour la cosmologie parce que la force du signal ne dépend pas beaucoup du degré d'éloignement des amas de galaxies. Cela signifie que nous pouvons voir les amas qui sont le plus éloignés aussi facilement que ceux qui sont près de nous – une caractéristique unique, propre à ce type

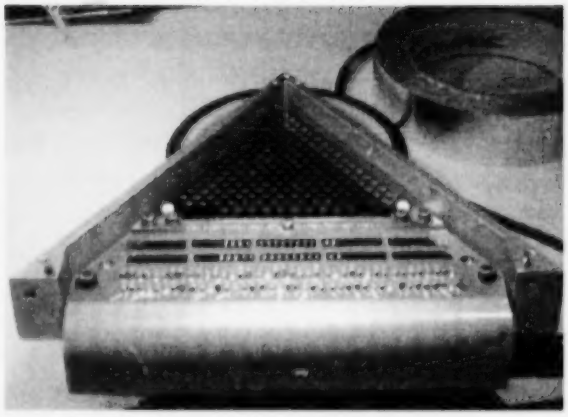


Figure 2
L'un des six groupes de capteurs à transition supraconductrice pour le plan focal des détecteurs. Chaque plaquette de silicium (mince pièce triangulaire foncée) comporte 160 détecteurs sensibles à la lumière qui ont une longueur d'onde de l'ordre du millimètre (photo de M. Dobbs).

d'observation. Les amas qui sont observés et catalogués agiront comme des traceurs ou particules d'essai qui peuvent servir à reconstituer l'histoire de l'expansion (croissance) de l'Univers et fournir de l'information sur la nature de l'énergie sombre.

La grande ouverture du miroir primaire de ce télescope donne à l'instrument la plus petite résolution angulaire possible, ce qui permet à l'équipe de mesurer avec précision des détails de l'ordre de la minute d'arc de dimensions dans le fond de micro-ondes. En plus de donner une excellente résolution angulaire, l'instrument permet de réaliser des opérations d'une sensibilité hors du commun, grâce à trois nouvelles technologies pour sa caméra de pointe.

La première technologie est celle des éléments détecteurs (fig. 2). Ces capteurs mesurent l'intensité du rayonnement incident (la lumière), en absorbant complètement les photons et en permettant à cette puissance incidente de réchauffer un petit film absorbeur métallique. À la différence de la dernière génération d'instruments, la température de l'absorbeur est mesurée avec un minuscule film supraconducteur appelé capteur à transition supraconductrice (CTS). Ces détecteurs CTS

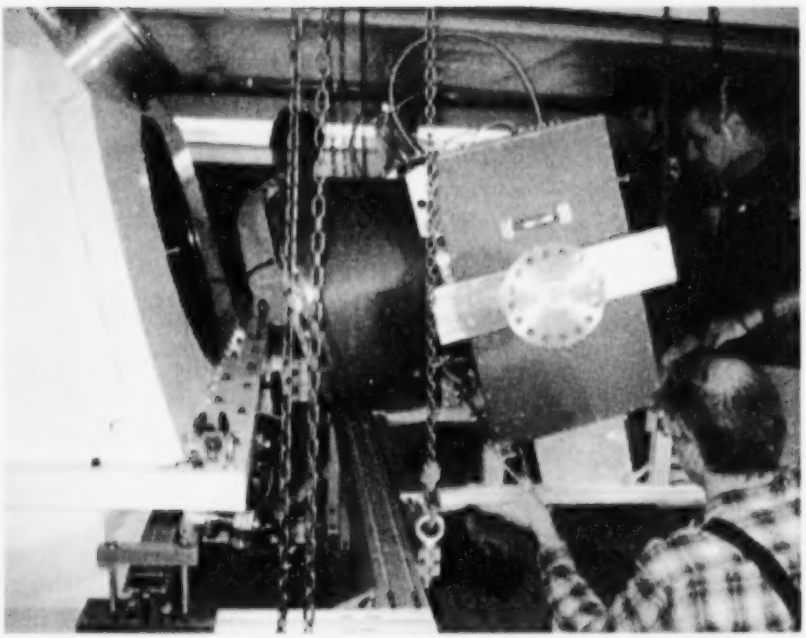


Figure 3
Caméra de bolomètre à une température sub-kelvinienne (au centre) adaptée au cryostat (à droite) qui couvre le miroir secondaire refroidi à 4 K (photo de M. Dobbs).

marquent une avance importante parce qu'ils peuvent être fabriqués par un procédé lithographique en tant que groupes monolithiques comportant 100 ou 1 000 détecteurs. Le plan focal du télescope du pôle Sud renferme 960 détecteurs bolométriques, alors que les autres instruments de mesure des longueurs d'ondes de l'ordre du millimètre actuellement utilisés ont quelques douzaines de détecteurs tout au plus. Ces détecteurs doivent être gardés froids, à environ 0,25 K, pour réduire au minimum le bruit thermique qui autrement obscurcirait le faible signal provenant du ciel. Le plus facile moyen d'atteindre ces températures : d'abord prérefroidir un réfrigérateur à absorption à cycle fermé à 4 K par évaporation d'hélium liquide non réutilisable. C'est là une stratégie standard qui a été utilisée pour la plupart des instruments. Le télescope du pôle Sud utilise plutôt un réfrigérateur à tubes à pulsions mécaniques pour atteindre une température de 4 K. L'application de cette technologie a nécessité un programme de recherche spécial qui visait à réduire le plus possible les parasites dus à la vibration des parties mobiles de l'appareil de réfrigération. L'élimination des cryogènes non réutilisables fait qu'il n'est plus nécessaire de prévoir un soutien logistique pour le transport d'hélium liquide jusqu'au pôle Sud. La troisième avance technologique est le recours à un nouveau système de multiplexage à supraconducteurs qui permet aux signaux de nombreux bolomètres d'être encodés sur un seul faisceau de fils. Même si les techniques de multiplexage perfectionnées sont couramment utilisées en électronique à température ambiante, par exemple pour les téléphones cellulaires, l'utilisation de cette technologie à des températures sub-kelviniennes, où les transistors ne fonctionnent plus, nécessite tout un ensemble de nouveaux outils à composantes supraconductrices pour le multiplexeur. Ces avances font du télescope du pôle Sud un pionnier de la technologie de pointe et ouvrent une nouvelle fenêtre scientifique sur l'Univers.

On a consacré une grande partie de l'été antarctique à l'installation et à la mise en service du télescope du pôle Sud. L'instrument a capté la première lumière astronomique le 16 février, soit deux jours avant que la majeure partie de l'équipe scientifique chargée de l'installation soit évacuée de la station du pôle Sud par le dernier vol de la saison, lorsque la température commence à baisser jusqu'à −50 °C, la limite au-delà de laquelle les C-130 doivent demeurer au sol. Ce jalon a été atteint peu de temps avant le lancement de la campagne de recherche de l'Année polaire internationale (API) – une bonne façon de mettre en branle l'API ! Les premières observations-test pour le télescope furent des cartes de Jupiter, utilisées pour l'étalonnage et la caractérisation de l'instrument. La première lumière était un important jalon du projet, et ainsi la

campagne d'opérations sur le terrain, cet été, s'est bien terminée (Dobbs et autres, 2006). Deux scientifiques demeureront à la station de recherche pendant l'hiver : Steve Padin, qui est chargé du projet, de l'Université de Chicago, et Zachary Staniszewski, un étudiant diplômé de la Case Western Reserve University. Les autres membres de l'équipe scientifique assureront le soutien de l'équipe travaillant sur le terrain. Au lieu des travaux de construction et d'essai, ils feront l'analyse du riche ensemble de données transmis par satellite vers l'Amérique du Nord. Actuellement l'équipe consacre ses efforts à la complète détermination des caractéristiques de l'instrument avant que commencent les observations cosmologiques, au début de 2007.

Références

Sunyaev, R.A. et Y.B. Zeldovich. 1970. Small-scale fluctuations of relic radiation. *Astrophys. Space Sci.*, **7**(1), 3–19.

Ruhl, J.E. et 26 autres (SPT Collaboration). 2004. The South Pole telescope. In Zmuidzinas, J., W.S. Holland et S. Withington, *éd. Millimeter and Submillimeter Detectors for Astronomy II, 23 juin 2004, Glasgow, Écosse*. Bellingham, WA, International Society for Optical Engineering, 11–29. (SPIE Proceedings 5498.)

Dobbs, M. et 27 autres (APEX-SZ Collaboration). 2006. APEX-SZ first light and instrument status. *New Astron. Rev.*, **50**(11–12), 960–968.

M. Matt Dobbs (mdobbs@physics.mcgill.ca), un diplômé de l'Université McGill et de l'Université de Victoria, est titulaire de la chaire de recherche du Canada en physique des astroparticules au Département de physique de l'Université McGill.

Première croisière de recherche pour l'étude des adaptations et de l'évolution de la faune après la dislocation des plates-formes de glace Larsen A et B

Christine McClelland

Le navire de recherche allemand *Polarstern* a quitté le port de Cape Town, Afrique du Sud , à 18 h le 23 novembre 2006, avec un équipage de 97 personnes composé entre autres de scientifiques. Au milieu des baleines à bosse qui escortaient le navire, le coup de départ du huitième volet de l'expédition ANTXXIII a été donné quand nous avons mis le cap sur le sud. Le 1er décembre, nous avons aperçu des signes du continent vers lequel nous nous dirigions – les icebergs. Malgré les qualités supérieures de brise-glace du *Polarstern*, nous avons mis huit jours pour atteindre Neumayer, la base allemande d'Atka Bay, dans la mer de Weddell (fig. 1). Après une visite à cette base que nous avons ravitaillée en vivres et en carburant, nous nous sommes dirigés vers notre lieu d'étude : la mer de Weddell Ouest et la péninsule antarctique.

Le huitième volet de l'expédition ANTXXIII a réuni des

Figure 1
Le *Polarstern* à Atka Bay, mer de Weddell, avec Christine McClelland, la seule scientifique canadienne (photo de S. Schöling, Institut für Seefischerei).

scientifiques de 14 pays (Belgique, Canada, Chili, République tchèque, France, Allemagne, Italie, Mexique, Pays-Bas, Fédération russe, Espagne, Ukraine, Royaume-Uni et États-Unis d'Amérique) qui ont travaillé à deux principaux projets de recherche. Le premier était la poursuite des études sur les pêches au sud du 60° S. En tant que membre de la Commission pour la conservation de la faune et de la flore marines de l'Antarctique (CCAMLR), l'Allemagne mène des enquêtes sur la répartition, l'abondance, la structure des populations et les stratégies de reproduction d'espèces de poissons commerciales qui ont été surexploitées. Dans le cadre du projet CCAMLR, plusieurs petites études ont été faites, notamment sur la génétique et l'évolution des populations de poissons. La zone d'étude pour ce projet comprenait l'île Elephant, les îles Shetland du Sud et l'île Joinville (fig. 2).

Mon travail s'inscrivait dans le deuxième projet exécuté dans le cadre du huitième volet d'ANTXXIII qui a contribué à l'évolution et à la biodiversité dans l'Antarctique ainsi qu'au recensement des espèces vivant dans le milieu marin antarctique (EBA/CAML), au moyen d'une étude sur la vie aux environs des plates-formes Larsen A et B. L'initiative EBA a été lancée par le Comité scientifique pour les recherches antarctiques, et CAML est l'un des 14 projets de recherche sur le terrain relevant du Recensement de la faune et de la flore marines antarctiques. Les projets EBA et CAML portent sur les organismes de l'Antarctique et leur adaptation au rigoureux climat du milieu où ils vivent. Les études sur le mode de survie des animaux dans leur environnement à notre époque et aux temps passés pourraient aider à déterminer comment ils réagiront au changement amené par le réchauffement du continent. Il a fallu examiner de nombreux paramètres de l'écosystème pour discerner les principaux processus qui caractérisent la flore et la faune antarctiques. Les chercheurs ont utilisé un véhicule téléguidé, des chaluts Agassiz, un système de prélèvement d'eau en rosette avec sonde CTD, des pièges pour poissons et amphipodes, ainsi que de nombreux carottiers à gravité à boîte et à pistons (fig. 3 et 4). Nous avons réussi à effectuer une série complète d'opérations à cinq stations où tous les prélèvements d'échantillons en rapport avec le programme

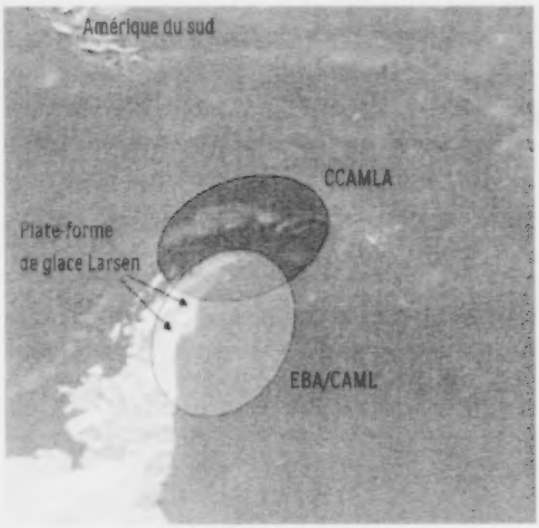
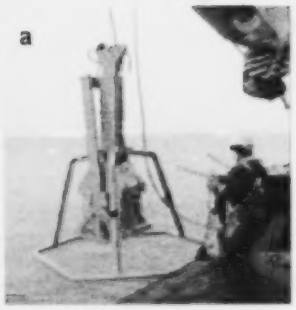


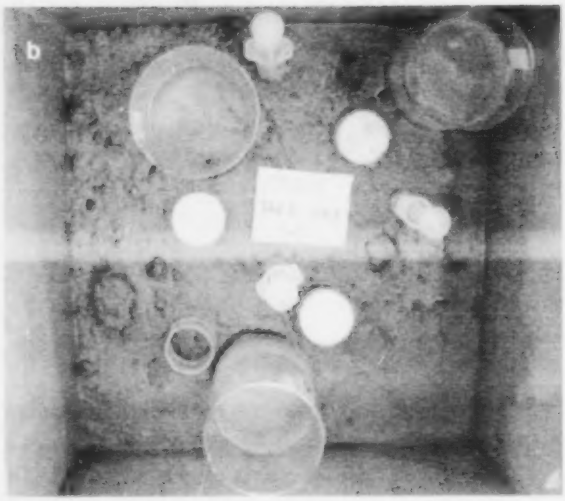
Figure 2
Carte des lieux d'étude pour les deux programmes de recherche réalisés au cours du huitième volet de la croisière ANTXXIII du *Polarstern*.

CAML ont été faits. Le but était d'avoir un ensemble de données représentatives du plus grand nombre possible de paramètres des écosystèmes.

Les zones de Larsen A et B, situées sur la face est de la péninsule antarctique, ont beaucoup retenu l'attention des médias au cours des 10–15 dernières années. En 1995, la plate-forme de glace qui recouvrait Larsen A s'est désintégrée, et en 2002 celle qui recouvrait Larsen B a connu le même sort. La plupart des scientifiques attribuent la fonte des plates-formes de glace à l'augmentation des températures de la péninsule antarctique causée par le réchauffement planétaire. Cette croisière était la première initiative pour l'étude des organismes trouvés dans les zones de Larsen A et B. Les chercheurs y ont vu une occasion unique de recueillir de données sur l'abondance, la diversité et l'adaptation des animaux marins après la dislocation des plates-formes de glace qui les abritaient. En outre, nous avons pu examiner le processus de recolonisation après la perturbation causée par la quille des icebergs qui récurait le lit marin au moment de la désintégration.

Figure 3
Prélèvement d'échantillons d'invertébrés benthiques à Larsen B (photo de C. McClelland, MCN).





Dans le cadre du programme CAML, j'ai participé à deux projets au cours de la croisière. Ma principale occupation consistait à mesurer la fréquence respiratoire des communautés benthiques afin d'étudier les cycles du carbone dans les milieux benthiques–pélagiques des zones de Larsen. Des échantillons ont été recueillis à l'aide d'un carottier à boîte de 0,5 m × 0,5 m. Les sous-échantillons ont servi à mesurer la concentration de pigments, la quantité de bactéries, la dimension des grains, les niveaux de carbone–hydrogène–azote et à effectuer des incubations pour estimer la respiration des espèces fauniques. Les animaux visés par les incubations étaient des échinodermes (ophiures et concombres de mer), amphipodes, isopodes, cumacés, polychètes et bivalves. Avant de faire publier les résultats des expériences, je dois déterminer la part qu'apporte la production primaire aux niveaux d'oxygène dans les carottes, analyser la composition faunique pour chaque station et examiner la chimie des sédiments. J'espère que les résultats de cette partie de mes travaux effectués à bord formeront la base de recherches plus poussées.

Les résultats préliminaires du deuxième projet auquel j'ai collaboré ont été obtenus immédiatement. Une partie du mandat du projet CAML consistait à dresser la liste des espèces présentes dans les zones Larsen A et B. L'intérêt était concentré sur les espèces benthiques et épibenthiques. Les chaluts Agassiz ont servi à prélever des échantillons de faune du lit marin. Après, les taxinomistes retiraient les animaux des substrats et détritus. Les taxons les plus abondants provenaient des polychètes, éponges, ophiures, étoiles de mer, concombres de

Figure 4 (à gauche)
a) Prélèvement par carottier à boîte à Larsen B (photo de G. Chapelle, Fondation polaire internationale) et
b) exemple de sous-échantillons recueillis à l'aide des carottiers à boîte (photo de C. McClelland, MCN).

Figure 5 (à droite)
« La marche des holothuries ». Curieusement, des concombres de mer vont tous dans la même direction. Image captée par le véhicule téléguidé de la zone de Larsen B (photo gracieusement fournie par J. Gutt, IAW).

mer, isopodes, amphipodes, anémones de mer et pycnogonides. Certains chaluts étaient remplis de coraux durs, alors que d'autres étaient si lourds qu'il a fallu utiliser un treuil supplémentaire pour soulever la masse de sédiments recueillie avec les animaux. Chaque prise soulevait l'enthousiasme parce qu'elle donnait la possibilité de trouver de nouvelles espèces, car nous faisions des prélèvements dans des zones où aucun échantillon biologique n'avait été recueilli auparavant. En fait, selon les résultats préliminaires un certain nombre d'espèces nouvelles, qui pourraient être endémiques, ont été trouvées dans des taxons, notamment d'amphipodes. Le scientifique en chef, Julian Gutt (Institut Alfred Wegener), a aussi contribué au projet CAML en fournissant des images obtenues avec le véhicule téléguidé. Certains des résultats préliminaires qu'il a obtenus laissent supposer la présence, dans les zones de Larsen à moins de 300 m de la surface, de certaines espèces qu'on croyait propres aux mers profondes, ce qui montre que les espèces abyssales s'adaptent aux eaux peu profondes dans les régions polaires (fig. 5). On a aussi obtenu des données au moyen du véhicule téléguidé et d'un carottier à pistons pour confirmer la découverte d'un suintement froid par Eugene Domack en 2004, dans une couche profonde de la zone de Larsen B. Mais il semble que lorsque les scientifiques de cette croisière ont prélevé des échantillons, la source de méthane s'était tarie.

La liste des espèces décrites (dont certaines pourraient être nouvelles) recueillies dans les zones de Larsen, sera ajoutée à la base de données sur les espèces antarctiques. Nos résultats formeront la base des futures études. Comme les températures augmentent dans l'Antarctique, les études entreprises dans le cadre de cette croisière auront une valeur inestimable pour la compréhension de l'évolution et de l'adaptation des organismes face au changement environnemental.

Pour en savoir plus sur cette croisière, consulter les pages Web suivantes :

www.awi-bremerhaven.de
www.international-polar-year.de
www.polarfoundation.org
www.cousteau.org
www.caml.aq
www.ccamlr.org
www.eurekalert.org

Christine McClelland, une diplômée de l'Université d'Ottawa, travaille depuis quatre ans avec Kathy Conlan au Musée canadien de la nature. Elle compte entreprendre des études supérieures à Memorial University (Terre Neuve) plus tard cette année.

Réparation de la hutte Nimrod de Shackleton à Cape Royds

Gordon Macdonald, de l'île de Vancouver (voir *bulletin du RCRA*, vol. 20, novembre 2005), dirige une équipe de restaurateurs de bâtiments qui réparent la hutte *Nimrod*, à Cape Royds, l'un des monuments les plus à risque au monde. La hutte a été utilisée par Sir Ernest Shackleton durant sa tentative pour atteindre le pôle Sud, il y a presque un siècle. Le projet est administré par l'Antarctic Heritage Trust; il bénéficie du soutien d'Antarctica New Zealand. L'un de ses points saillants sera la visite de Sir Edmund Hillary et du Premier ministre de la Nouvelle-Zélande qui commémoreront le 50e anniversaire du NZAP et de la base Scott. Le prochain projet sera la restauration de la hutte Terra Nova de Scott, à Cape Evans.

Nouvelles en bref

Alain Grenier, professeur de tourisme nature et de développement durable au Département d'études urbaines et touristiques de l'**Université du Québec à Montréal,** aimerait constituer un réseau de recherche en tourisme polaire et compte tenir une réunion d'organisation à cette fin à Montréal les 13–14 septembre 2007. Ceux qui aimeraient faire partie du réseau sont invités à communiquer avec Alain pour obtenir plus de détails (grenier.alain@uqam.ca).■

Outre les croisières organisées par des entreprises canadiennes et les expéditions Students on Ice (SOI), on note l'activité récente de plusieurs Canadiens en Antarctique : **Kevin Hall (UCB)** avec les Italiens; **Gordon Osinski (ASC)** avec la NASA; **Evgeny Pakhomov (UCB)** qui a participé à une croisière hivernale du RV *Polarstern* dans la mer de Lazarev (du 17 juin au 21 août 2006); **Christine McClelland (MCN)** à la période de Noël (du 23 novembre 2006 au 30 janvier 2007); **Gordon Macdonald** qui est retourné à Cape Royds pour terminer la restauration de la hutte Nimrod; des scientifiques de l'**Université de Toronto** et de l'**Université de la Colombie-Britannique,** et de la société **AMEC Dynamic Structures Ltd.** de Port Coquitlam, qui ont participé aux opérations du BLAST (télescope-ballon à large ouverture sub-millimétrique) dont le lancement a eu lieu le 6 janvier 2007 à McMurdo.■

Le *Sedna IV* avec à son bord **Damien Lopez** (chimiste), **Sébastien Roy** et **Pascale Otis** (biologistes) **(ISMER),** qui travaillent à un programme de collaboration avec des Argentins, a passé l'hiver dans la péninsule antarctique. Il est revenu à son port d'attache en novembre 2006.■

Le dossier de l'Antarctique, dont s'occupait auparavant le ministère des Affaires étrangères et du Commerce international, a été confié à Environnement Canada pour les raisons suivantes: ce ministère a contribué à la ratification du Protocole relatif à la protection de l'environnement; et maintenant c'est lui qui accorde les permis régissant l'exercice d'activités dans l'Antarctique. Le groupe des Affaires multilatérales et bilatérales, Direction générale des affaires internationales, est donc chargé du dossier, et Guy-Serge Côté gère les affaires courantes.■

L'un des points marquants de l'année écoulée est la réunion scientifique publique du CSRA qui a eu lieu à Hobart. Le degré de participation canadienne était moins élevé qu'à la réunion précédente, mais sept Canadiens y ont pris part, et 12 mémoires ou affiches ont été présentés. Le CSRA aimerait que des représentants de quatre pays fassent partie de chacun des trois groupes scientifiques permanents (sciences de la terre, sciences de la vie et sciences physiques). Toute personne qui participe aux activités de l'un ou l'autre de ces groupes, qui n'a pas été désignée comme représentant national et qui aimerait l'être, devrait communiquer avec le président du CCRA (Wayne Pollard, pollard@geog.mcgill.ca) ou le directeur exécutif de la Commission canadienne des affaires polaires (Steven Bigras, bigrass@polarcom.gc.ca).■

Le Explorers Club a rendu hommage à **Geoff Green,** un aventurier, environnementaliste et éducateur canadien, en lui remettant un certificat de mérite à son 103e dîner annuel, le 17 mars 2007. M. Green a fondé Students on Ice (studentsonice.com), un organisme à but non lucratif qui monte des expéditions éducatives pour étudiants en Antarctique et en Arctique. Jusqu'ici, M. Green a organisé 70 expéditions en Antarctique et 30 dans l'Arctique.■

Pour célébrer l'Année polaire internationale, **Valmar Kurol,** de la Société Antarctique de Montréal, a monté une galerie d'art sur l'Antarctique qui présente ses tableaux. On peut voir les œuvres sur le site www.antarcticart.net.■

Le 19 janvier 2007, une équipe d'explorateurs britanniques

dirigée par le Canadien **Paul Landry**, est devenue la première expédition à avoir atteint à pied le pôle d'inaccessibilité, en Antarctique. Ce pôle, qui marque le centre géographique de l'Antarctique, est le point le plus éloigné d'une côte en Antarctique. Il se situe à un peu plus de 3 700 m au-dessus du niveau de la mer, à environ 83° S et 55° E, soit à peu près 870 km au nord-est du pôle Sud. L'équipe a mis 49 jours pour faire le voyage à partir de la basse russe, à Novolazarevskaya.■

En décembre 2006, **Serge Demers (ISMER)** a signé avec la Direction nationale antarctique (DNA) de l'Argentine un protocole selon lequel ce pays permet à l'ISMER d'utiliser deux maisons sur la base d'Esperenza à des fins de recherche scientifique. L'une est un laboratoire, et l'autre une habitation qui peut loger six chercheurs.■

Un groupe de la Nouvelle-Zélande essaie de construire une plate-forme pour les chercheurs du domaine des sciences sociales et humaines, en créant un réseau informel appelé SHARE (Social sciences & Humanities Antarctic Research Exchange; www.share-antarctica.org). Le réseau serait mis sur pied pour accroître la collaboration internationale, augmenter les formes structurelles de collaboration et faciliter le soutien politique, logistique et financier. Une annonce officielle sur SHARE paraîtra dans le numéro spécial de la revue Tourism in Marine Environments sur le tourisme polaire, qui sera publié en juillet 2007.■

Membres et conseillers du CCAR/CCRA

Wayne Pollard (président)
Département de géographie
Université McGill
805, rue Sherbrooke Ouest
Montréal (Québec) H3A 2K6
Tél. : (514) 398-4454
Téléc. : (514) 398-7437
pollard@felix.geog.mcgill.ca

Kathy Conlan
Musée canadien de la nature
C.P. 3443, succursale D
Ottawa (Ontario) K1P 6P4
Tél. : (613) 364-4063
Téléc. : (613) 364-4027
kconlan@mus-nature.ca

Serge Demers
Institut des sciences de la mer
de Rimouski (ISMER)
310, allée des Ursulines, C.P. 3300
Rimouski (Québec) G5L 3A1
Tél. : (418) 723-1986, poste 1651
Téléc. : (418) 724-1842
serge_demers@uqar.qc.ca

Marianne Douglas
Institut circumpolaire canadien
Université de l'Alberta
8625-112 Street
Edmonton (Alberta) T6G 0H1
Tél. : (780) 492-0055
Téléc. : (780) 492-1153
msdougla@ualberta.ca

Martin Sharp
Sciences de la Terre et
de l'atmosphère
Université de l'Alberta
1-26 Earth Sciences Building
Edmonton (Alberta) T6G 2E3
Tél. : (780) 492-4156
Téléc. : (780) 492-2030
martin.sharp@ualberta.ca

Dave Williams
c/o Astronaut Office, Mail Code CB
Johnson Space Center
2101 NASA Parkway
Houston, Texas 77058, É.-U.
Tél. : (281) 244-8883
david.r.williams1@jsc.nasa.gov

Fred Roots (conseiller sur l'Antarctique
CCAP)
Environnement Canada
351, boul. St-Joseph, 1er étage
Ottawa (Ontario) K1A 0H3
Tél. : (819) 997-2393
Téléc. : (819) 997-5813
fred.roots@ec.gc.ca

Warwick F. Vincent (président sortant)
Département de biologie
Université Laval
warwick.vincent@bio.ulaval.ca

Simon Ommanney (secrétaire du CCRA)
27 Glen Davis Crescent
Toronto (Ontario) M4E 1X6
Tél. : (416) 686-6307
simon.ommanney@sympatico.ca

Bulletin du Réseau canadien de recherches antarctiques

Tous droits réservés
© Commission canadienne des affaires polaires/Réseau canadien de recherches antarctiques

Rédacteur : C. Simon L. Ommanney
Veuillez envoyer vos contributions et lettres à :
C. Simon L. Ommanney
Rédacteur, Bulletin du RCRA
Adresse à gauche.

Commission canadienne des affaires polaires
Suite 1710, 360, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1R 7X7
Tél. : (613) 943-8605
Téléc. : (613) 943-8607
mail@polarcom.gc.ca
www.polarcom.gc.ca/ccarhome.htm